

# **PENGARUH PERBEDAAN KONSENTRASI FOSFOR TERADAP PERTUMBUHAN *Brassica rapa var parachinensis* PADA HIDROPONIK SUPER MINI**

**Fita Mutiah<sup>1</sup>, Entin Daningsih<sup>2</sup>, Yokhebed<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Untan Pontianak

<sup>2</sup> Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Untan Pontianak

Jl. Prof. H. Hadari Nawawi Pontianak

Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Untan

Email: [fita.mutiah@gmail.com](mailto:fita.mutiah@gmail.com)

## **Abstract**

*This study aimed to know the difference of Brassica rapa var parachinensis growth influenced by the difference of phosphorus concentration. The method used in this study was a completely randomized design (CRD) with three different concentrations of phosphorus. There are treatment I (AB mix/as control), treatment II (AB mix + 12.6 grams sp-36), and treatment III (ab mix + 16,2 grams sp-36). The data were analyzed by ANOVA using model of CRD on the growth of Brassica rapa var parachinensis. The result of ANOVA analysis and duncan's test showed that the difference in phosphorus concentration significantly affect leaf number, plant height, root length, fresh weight, and dry weight. Mean separation test using Duncan's at  $\alpha=5\%$  indicated that treatment III produced higher number of leaf number, plant height, root length, fresh weight, and dry weight than those of treatment I and treatment II. And treatment II tend to have worse than both of treatment.*

**Key words:** *Super Mini Hydroponic, Brassica rapa var parachinensis, Phosphorus, Growth, AB Mix*

Tanaman sawi merupakan suatu jenis tanaman sayur sayuran yang telah dikenal baik oleh masyarakat Indonesia. Pengolahan yang tergolong mudah serta banyak dijual di pasaran. Sawi terdiri dari beberapa jenis tanaman, yakni sawi putih, sawi hijau dan sawi huma. Salah satu jenis sawi yang banyak dikonsumsi adalah sawi hijau (*Brassica rapa var parachinensis*).

Tumbuhan sawi hijau (*Brassica rapa var parachinensis*) akan dijadikan sebagai bahan uji untuk keberhasilan pengembangan hidroponik super mini. Sawi hijau memiliki usia yang relatif singkat (20-30 hari), ukuran tidak terlalu besar, dan organ vegetatif yang juga mudah diamati.

Penggunaan hidroponik sebagai media tanam telah banyak dilakukan. Baik itu untuk produksi masal atau produksi untuk pemenuhan kebutuhan

rumah tangga. Hidroponik sendiri berasal dari kata *hidro* yang berarti air dan *ponus* yang berarti daya. Dengan demikian, hidroponik dapat diartikan memberdayakan air. Ada juga yang mendefinisikan hidroponik sebagai *soilless culture* atau budidaya tanpa tanah (Karsono, dkk., 2002).

Hidroponik memiliki berbagai macam sistem/teknik yang dapat digunakan, salah satunya adalah NFT (*Nutrient film technique*). NFT merupakan model budidaya hidroponik dengan memanfaatkan lapisan air dangkal sebagai tempat tumbuhnya akar tanaman. Air tersebut bersirkulasi dan mengandung nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Nutrisi dibentuk serupa lapisan film yang tipis dan secara konstan mengairi akar dengan tebal lapisan larutan hara sekitar 3-4 mm.

Sistem ini dapat dijalankan selama 24 jam/hari, tetapi dapat juga dijalankan secara terputus-putus dan berseling (*intermitend*) antara *on* dan *off* asalkan waktu *off*-nya cukup singkat, maksimum 10 menit sehingga tanaman tidak sempat layu karena sudah tersiram air lagi (Lingga, 2007).

Dalam hidroponik, faktor luar merupakan faktor yang dapat dikontrol keberadaannya. Seperti halnya unsur hara atau nutrisi. Unsur hara diperlukan sebagai bahan makanan untuk mendukung kelangsungan hidup tumbuhan. Pada penelitian ini, unsur hara dipilih sebagai aspek yang akan diamati pengaruhnya terhadap pertumbuhan. Hal ini karena unsur hara lebih mudah untuk dikontrol dosis pemberiannya.

Unsur hara pada penelitian ini menggunakan komposisi pupuk kimia urea, KCl, SP-36, dan gandasil B yang mengacu pada dosis pupuk penelitian yang dilakukan oleh Sari (2014). Namun setelah dilakukan pelaksanaan kegiatan penelitian, pupuk buatan sendiri dengan komposisi yang mengacu pada Sari (2014) hanya dapat digunakan sebagai nutrisi praktikum pertumbuhan saja. Oleh sebab itu, peneliti menggunakan pupuk tambahan AB *mix* dalam usaha untuk memproduksi sawi hijau. Keberadaan pupuk tersebut di daerah Pontianak masih langka. Meskipun begitu, pupuk AB *mix* dapat ditemukan penjualannya di komunitas hidroponik Pontianak.

Nutrisi AB *mix* mengandung 16 unsur hara esensial yang diperlukan oleh tanaman. Terdapat 6 unsur esensial makro, yaitu N, P, K, Ca, Mg, dan S. Dan terdapat 10 unsur esensial mikro yang diperlukan, yaitu Fe, Mn, Bo, Cu, Zn, Mo, Cl, Si, Na, dan Co (Agustina dalam Sesanti, 2016).

Pupuk dengan kombinasi urea, KCl, SP-36, dan gandasil B maupun pupuk AB *mix* memiliki unsur fosfor yang dibutuhkan tanaman. Fosfor dapat dikatakan sebagai salah satu kunci kehidupan, karena fungsinya yang sangat sentral dalam proses kehidupan.

Energi diperoleh dari fotosintesis dan metabolisme karbohidrat yang disimpan dalam campuran fosfat untuk digunakan dalam proses-proses pertumbuhan dan produksi. Tanpa fosfor, proses-proses tersebut tidak dapat berlangsung (Liferdi, 2010). Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk merancang, membuat, menguji, “Perbedaan Konsentrasi Fosfor Terhadap Pertumbuhan Sawi Hijau pada Hidroponik Super Mini”.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2016 di *green house*. Alat yang digunakan dalam perakitan hidroponik mini antara lain gunting, benang, kuas, palu, paku, gergaji, penggaris, ember/bak, solder, pompa air akuarium, pH meter, klorofil meter, neraca analitik, *lux* meter, dan termometer. Adapun bahan yang digunakan berupa kayu, busa, cat minyak, botol plastik berukuran 500 ml, selang, paralon, sambungan paralon berbentuk L, karet ban, nutrisi (AB *mix* dan SP-36) dan air.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali (Sugiyono, 2015). Data yang diperoleh berupa data jumlah daun, tinggi tanaman, panjang akar, kadar klorofil, berat basah, dan berat kering dianalisis dengan menggunakan *Analisa of Varians* (ANOVA) model RAL.

Uji coba hidroponik menggunakan 3 perlakuan, yaitu perlakuan I (AB *mix*), perlakuan II (AB *mix* + 12,6 g Sp-36/18 l), dan perlakuan III (AB *mix* + 16,2 g Sp-36/18 l). Masing-masing perlakuan diulangi sebanyak 10 kali ditambah 10 tanaman cadangan untuk masing-masing perlakuan sehingga total sawi hijau yang ditanam sebanyak 60 tanaman.

Apabila dalam ANOVA diperoleh hasil yang berpengaruh nyata, analisis

dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Duncan's pada taraf 5%. Pengujian statistik menggunakan SAS versi 6.12

dengan model RAL yang diikuti oleh uji beda nyata Duncan's pada  $\alpha = 5\%$  bila ada signifikan antar perlakuan.

## HASIL & PEMBAHASAN



**Gambar 1. Rakitan Hidroponik Super Mini**

Keterangan:

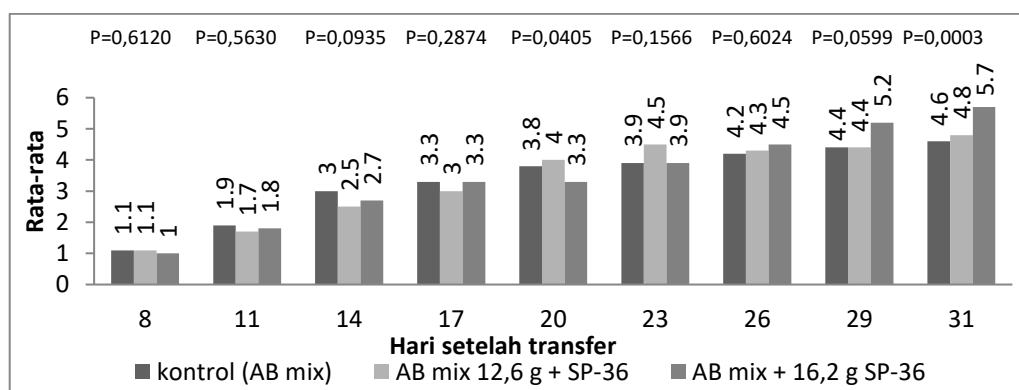
1. Selang untuk mengalirkan hara dari wadah penampung ke botol
2. Sawi hijau
3. Pipa untuk mengalirkan hara dari botol ke botol lainnya
4. Botol plastik ukuran 0,5 L
5. Pipa untuk mengalirkan hara dari botol ke wadah penampungan
6. Penyangga botol
7. Wadah penampungan larutan hara

Hasil uji ANOVA penelitian ini adalah sebagai berikut.

### Jumlah Daun

Berdasarkan analisis Duncan's diketahui bahwa jumlah daun tanaman

perlakuan 16,2 g (III) cenderung lebih tinggi secara nyata dibandingkan dengan jumlah daun sawi hijau dengan perlakuan kontrol (I) dan perlakuan 12,6 g (II).



**Grafik 1. Perubahan Jumlah Daun Sawi Hijau**

Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi fosfor

berbeda secara nyata terhadap jumlah daun pada hari ke-20 dan ke-31 dimana

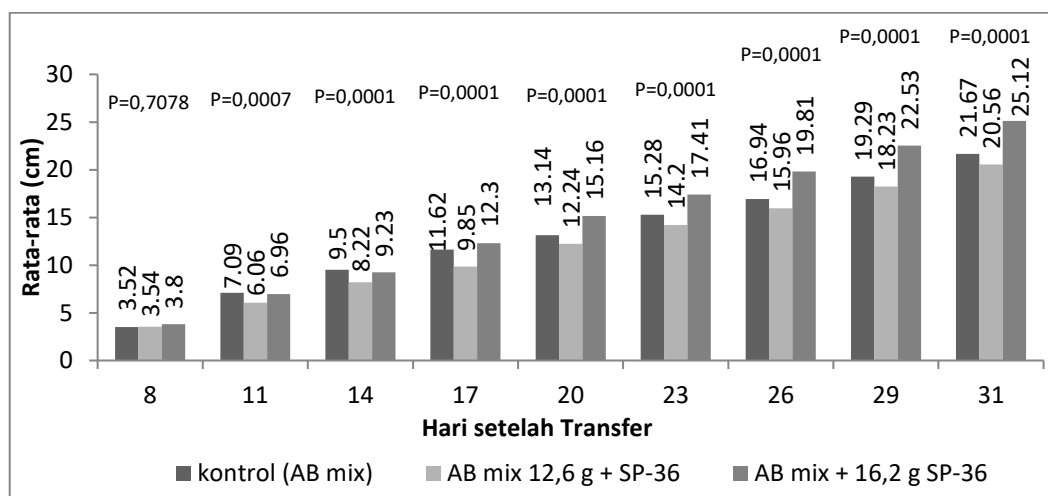
nilai  $P > 0,0005$  menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata diantara perlakuan saat diuji pada  $\alpha = 5\%$ . Jumlah daun mengalami perubahan namun tidak secara nyata dapat dikarenakan belum tentu terjadi pertambahan jumlah daun dalam 3 hari pengukuran. Selain itu, daun tua yang telah gugur juga mengurangi jumlah daun sawi hijau.

Pengukuran jumlah daun sangat penting karena daun merupakan organ penting tumbuhan yang berperan dalam proses fotosintesis. Proses fotosintesis pada daun merupakan bagian penting selama masa tumbuh suatu tanaman. Fotosintesis menghasilkan makanan yang dibutuhkan selama masa hidup tanaman. Proses ini dapat terjadi karena pada bagian mesofil daun banyak ditemukan kloroplas yang mengandung klorofil. Klorofil yang merupakan pigmen

hijau daun berfungsi menyerap cahaya sebagai sumber energi dalam fotosintesis (Campbell, 2008). Pengukuran intensitas warna hijau daun dapat mencerminkan kandungan klorofil dalam daun.

### Tinggi Tanaman

Berdasarkan uji ANOVA perbedaan konsentrasi fosfor berpengaruh secara nyata terhadap tinggi tanaman sawi hijau pada hari ke-17 dan ke-31 setelah transfer dimana nilai  $P > 0,0005$  menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata diantara perlakuan saat diuji pada  $\alpha = 5\%$ . Hasil uji beda nyata Duncan's menunjukkan bahwa tinggi tanaman pada perlakuan 16,2 g (III) lebih tinggi secara nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (I) dan perlakuan 12,6 g (II).



**Grafik 2. Perubahan Tinggi Tanaman Sawi Hijau**

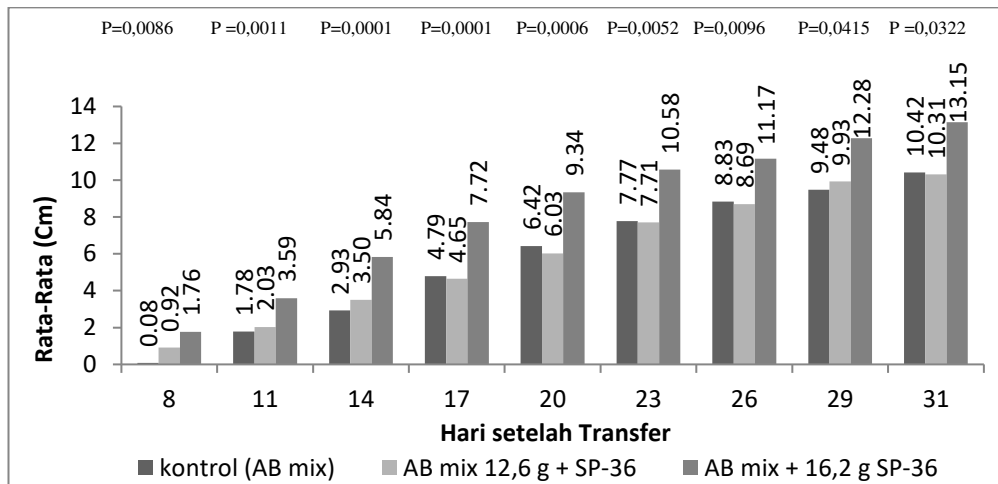
Sesuai dengan yang diungkapkan Kasno (2009), tinggi tanaman jagung pada pemupukan SP-36 nyata lebih tinggi dibandingkan dengan tinggi tanaman pada pemupukan P-alam Tunisia. Hal ini disebabkan kelarutan hara P dalam air pupuk SP-36 jauh lebih tinggi dibandingkan dengan P-alam Tunisia. Dengan demikian, fosfor dapat digunakan sebagai pupuk yang dapat meningkatkan efektivitas peningkatan tinggi tanaman.

Namun, pada penelitian ini fosfor pada perlakuan II (12,6 g) memiliki tinggi tanaman yang lebih rendah dari perlakuan I (kontrol) dan perlakuan (III). Sedangkan diketahui bahwa fosfor pada perlakuan I tidak mengalami penambahan. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang dosis pupuk yang baik digunakan untuk meningkatkan tinggi tanaman sawi hijau.

### Panjang Akar

Berdasarkan uji ANOVA diperoleh hasil bahwa perbedaan konsentrasi fosfor berpengaruh nyata terhadap panjang akar pada hari ke-17 sampai hari ke-31 setelah transfer dimana nilai  $P > 0,0005$  menunjukkan




tidak adanya perbedaan nyata diantara perlakuan saat diuji pada  $\alpha = 5\%$ . Uji beda nyata Duncan's menunjukkan bahwa akar tanaman pada perlakuan 16,2 g (III) lebih tinggi secara nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (I) dan perlakuan 12,6 g (II).



**Grafik 3. Perubahan Panjang Akar Sawi Hijau**

Adapun perbedaan panjang akar sawi hijau dengan tiga perbedaan konsentrasi fosfor dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Perbedaan Panjang Akar Sawi Hijau**

Hari Setelah Transfer	Perlakuan		
	Kontrol (AB mix)	AB mix + 12,6 g SP-36	AB mix + 16,2 g SP-36
29			

Hasil tersebut didukung oleh pendapat Liferdi (2010) dimana fosfor (P) dapat dikatakan sebagai salah satu kunci kehidupan. Fungsi utama fosfor dalam tanaman adalah menyimpan dan mentransfer energi dalam bentuk ADP dan

ATP. Energi diperoleh dari fotosintesis dan metabolisme karbohidrat yang disimpan dalam campuran fosfat untuk digunakan dalam proses-proses pertumbuhan dan produksi. Tanpa P, proses-proses tersebut tidak dapat berlangsung.

Pertumbuhan akar akan mendorong peningkatan jumlah unsur hara yang dapat diserap oleh tanaman dan digunakan untuk proses metabolisme. Unsur hara yang cukup akan menunjang pertumbuhan organ tanaman, termasuk jumlah daun dan tinggi tanaman.

Lingga (2007) menyatakan bahwa pertumbuhan ujung akar dan pembentukan bulu-bulu akar akan terhenti serta bagian yang telah terbentuk akan mati dan berwarna coklat jika unsur Ca tidak terpenuhi. Sistem perakaran tanaman pada penelitian ini menunjukkan gejala yang serupa, yaitu bagian akar berubah warna menjadi kecoklatan mulai pada hari ke-23 setelah transfer.

Namun, tumbuh rambut-rambut akar di perakaran sawi hijau pada tiap perlakuan. Rambut akar tanaman sawi hijau perlakuan 16,2 g (III) lebih banyak dibandingkan rambut akar tanaman sawi hijau pada perlakuan kontrol (I) dan perlakuan 12,6 g (II). Rambut akar baru banyak tumbuh didekat pangkal batang dengan jumlah lebih sedikit dan tidak terlalu panjang, namun lebih tebal dan keras. Hal ini menunjukkan penambahan pupuk SP-36 menunjukkan hasil positif yang terlihat dari pertumbuhan rambut akar pada tanaman sawi hijau tersebut.

Hal ini didukung oleh pernyataan Embleton (dalam Liferdi, 2010), dimana unsur hara fosfor pada masa vegetatif sangat banyak dijumpai pada pusat-pusat pertumbuhan karena unsur hara ini bersifat *mobile* sehingga bila kekurangan fosfor maka unsur hara langsung ditranslokasikan pada bagian daun muda. Pemberian fosfor yang berlebih akan menyebabkan akar tumbuh lebih panjang dan merayap lebih jauh ke dalam tanah. Hal ini menyebabkan kesuburan akar tidak sepadan dengan kesuburan tanaman bagian atas dan menyebabkan tanaman mudah kekeringan.

Adanya interaksi positif ini mempertegas bahwa ketersediaan N di tanah sangat mempengaruhi serapan tanaman terhadap P ataupun sebaliknya dimana ketersediaan P di tanah akan

mempengaruhi serapan tanaman terhadap N. Nitrogen akan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar sehingga tanaman mampu menyerap P lebih efektif dan selain itu, N juga merupakan penyusun utama enzim phosphatase yang terlibat dalam proses mineralisasi P di tanah (Wang et al, 2007; Horner, 2008 dalam Fahmi, 2010). Penambahan fosfor dapat meningkatkan serapan N yang akan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman.

Respons pemberian P lebih terlihat pada parameter tinggi tanaman, jumlah cabang, dan jumlah daun dibandingkan dengan diameter batang. Perlakuan 50 ppm P signifikan meningkatkan tinggi tanaman, jumlah cabang, dan jumlah daun lebih dari dua kali lipat daripada tanaman kontrol, sedangkan diameter batang relatif sama. Terjadinya perbedaan respons tanaman terhadap pemberian P ini kemungkinan erat kaitannya dengan peranan P dalam pembentukan sel baru pada jaringan yang sedang tumbuh (Liferdi, 2010).

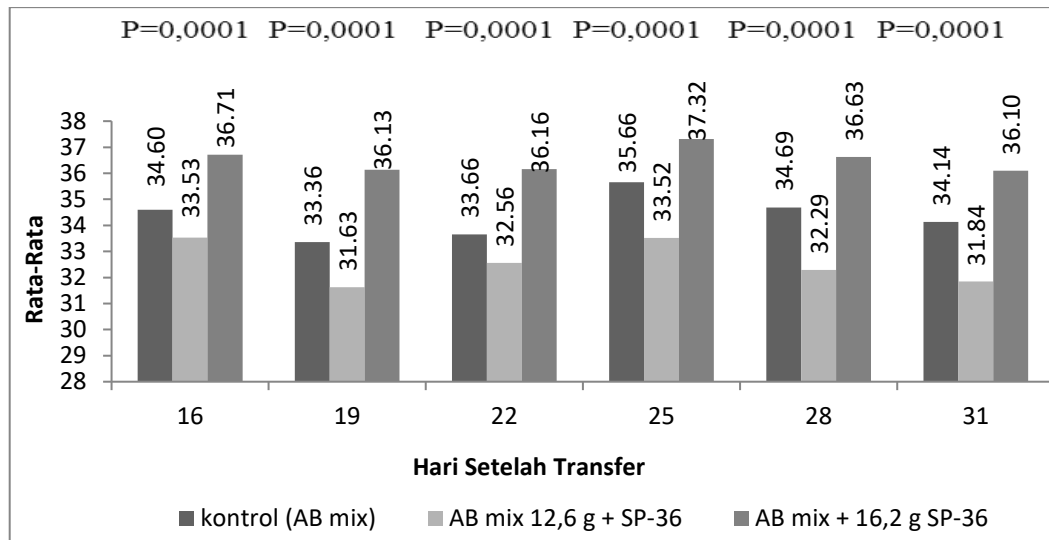
Jumlah daun, kadar klorofil, panjang akar dan tinggi tanaman yang merupakan parameter pertumbuhan dapat direfleksikan dengan pertambahan berat basah pada tanaman. Kebutuhan akan hara dan air berpengaruh pada berat basah tanaman sawi hijau. Berat basah tanaman menunjukkan aktivitas metabolisme tanaman dan nilai bobot segar yang dipengaruhi oleh kadar air jaringan, unsur hara dan hasil metabolisme (Salisbury, 1995).

### Kadar Klorofil

Berdasarkan hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi fosfor berpengaruh secara nyata terhadap kadar klorofil pada hari ke-16 sampai hari ke-31 setelah transfer dimana nilai  $P > 0,0005$  menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata diantara perlakuan saat diuji pada  $\alpha = 5\%$ . Seperti halnya pada jumlah daun, hasil uji beda nyata Duncan's juga menunjukkan bahwa kadar klorofil

pada perlakuan 16,2 g (III) lebih tinggi secara nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (I) dan perlakuan 12,6 g (II). Faktor-faktor yang berpengaruh

terhadap pembentukan klorofil antara lain gen, cahaya, dan unsur N, Mg, Fe sebagai pembentuk dan katalis dalam sintesis klorofil.



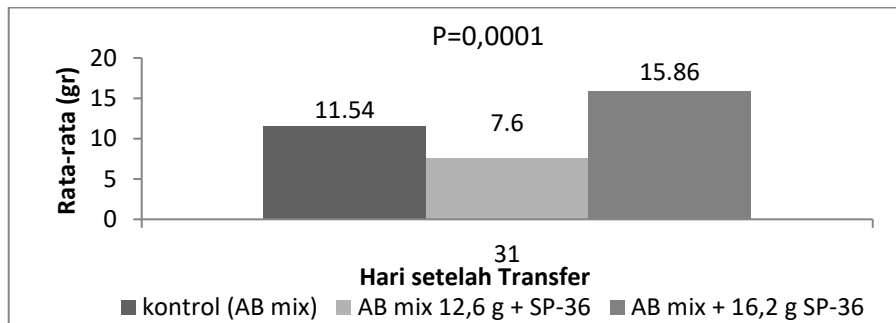
**Grafik 4. Perubahan Kadar Klorofil Tanaman Sawi Hijau**

Peningkatan kadar klorofil yang terjadi dapat menyebabkan peningkatan fotosintesis. Fotosintesis sendiri merupakan proses pembuatan makanan oleh tumbuhan hijau. Hal ini berarti peningkatan kadar klorofil dapat berpengaruh positif terhadap peningkatan pertumbuhan baik itu tinggi, daun, maupun akar tanaman sawi. Pernyataan ini didukung oleh diagram jumlah daun tanaman sawi hijau, tinggi tanaman, dan panjang akar yang menunjukkan perlakuan dengan konsentrasi fosfor perlakuan 16,2 g (III) lebih baik secara nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (I) maupun perlakuan dengan tambahan fosfor 12,6 g (II).

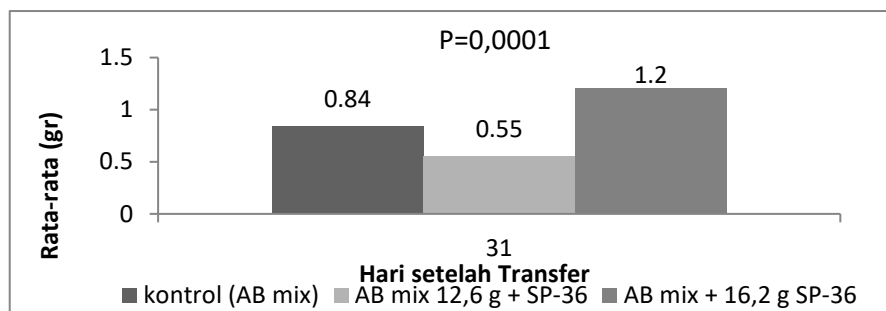
Fosfor dapat dikatakan sebagai salah satu kunci kehidupan, karena fungsinya yang sangat sentral dalam proses kehidupan. Energi diperoleh dari fotosintesis dan metabolisme karbohidrat yang disimpan dalam campuran fosfat untuk digunakan dalam proses-proses pertumbuhan dan produksi. Tanpa fosfor, proses-proses tersebut tidak dapat berlangsung (Liferdi, 2010).

#### **Berat Basah dan Berat Kering**

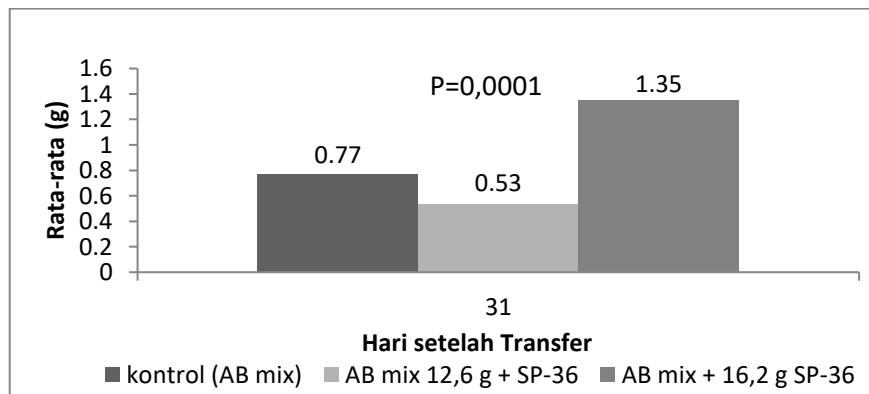
Pengukuran berat basah dan kering hanya dilakukan pada hari ke-31 setelah transfer karena penelitian menggunakan sistem non-destruktif sehingga pengukuran berat kering hanya dilakukan di akhir pengamatan. Uji ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi fosfor berpengaruh secara nyata terhadap berat basah batang dan daun, serta akar tanaman sawi hijau pada hari ke-31 setelah transfer. Uji beda nyata Duncan's menunjukkan bahwa berat basah tanaman sawi hijau pada perlakuan 16,2 g (III) lebih tinggi secara nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (I) dan perlakuan 12,6 g (II). Hal ini sebanding dengan analisis tentang jumlah daun, kadar klorofil, panjang akar dan tinggi tanaman yang menunjukkan bahwa perlakuan 16,2 g (III) lebih berpengaruh dibandingkan dengan perlakuan kontrol (I) dan perlakuan 12,6 g (II).



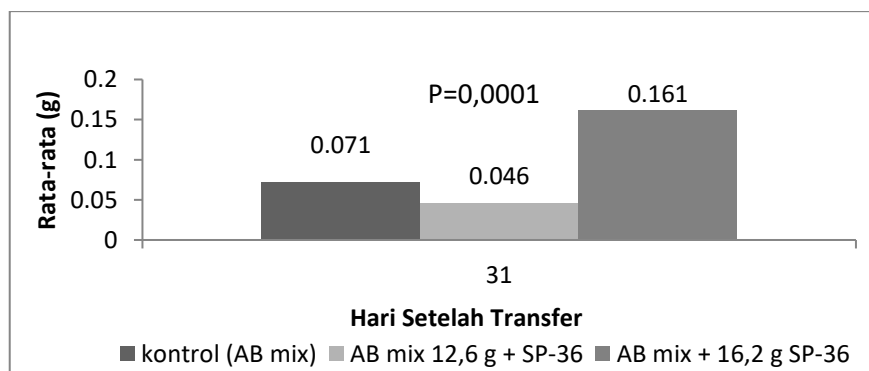
**Grafik 5. Berat Basah Batang dan Daun Tanaman Sawi Hijau**



**Grafik 6. Berat Kering Batang dan Daun Tanaman Sawi Hijau**



**Grafik 7. Berat Basah Akar Tanaman Sawi Hijau**



**Grafik 8. Berat Kering Akar Tanaman Sawi Hijau**



Selain berat basah juga dilakukan pengukuran terhadap berat kering tanaman sawi hijau. Uji ANOVA menunjukkan bahwa per-bedaan konsentrasi fosfor ber-pengaruh secara nyata terhadap berat kering tanaman.

Berat kering dipengaruhi oleh optimalnya proses fotosintesis. Fotosintesis mengakibatkan meningkatnya berat kering tanaman karena penangambilan CO<sub>2</sub>. Berat kering tanaman dapat dikatakan sebagai penimbunan hasil bersih asimilasi CO<sub>2</sub> selama masa pertumbuhan (Dwijoseputro, 1994). Pengukuran berat kering dinyatakan lebih valid jika dibandingkan dengan berat basah. Hal ini disebabkan pengukuran berat kering tidak dipengaruhi oleh kandungan air.

Untuk mendapatkan larutan nutrisi yang tepat maka diperlukan pengontrolan konduktivitas elektrik atau “*Electro Conductivity*” (EC) atau aliran listrik di dalam air dengan menggunakan alat EC meter (Rosliani dan Sumarni, 2005). Konsentrasi hara yang rendah dapat menyebabkan tanaman kekurangan unsur hara, jika melebihi batas optimum dapat menyebabkan stress pada tanaman.

Kepekatan hara (EC) dalam penelitian ini mengalami perubahan setiap harinya. Nilai EC berkisar antara 1,6 mS–1,8 mS. Menurut Rakhman (2015) EC yang baik untuk pertumbuhan sawi hijau berkisar antara 1,5-2 mS. Nilai konduktivitas listrik (EC) dipengaruhi oleh tingkat kepekatan dari konsentrasi kation dan anion. Semakin pekat konsentrasi kation dan anion maka semakin tinggi nilai EC larutan (Sutiyoso, 2004).

Selain EC, pH juga merupakan faktor yang penting untuk dikontrol. Menurut Wirosoedarmo (dalam Rakhman, 2015) sawi hijau dapat tumbuh pada tingkat pH 6,0-7,0. Dalam penelitian ini, pH larutan yang digunakan adalah antara 6,0 sampai 6,5.

Menurut Pracaya (dalam Rohmah, 2009) pengaruh lingkungan sekitar tanaman sangat berpengaruh terhadap fase per-

tumbuhan tanaman sawi hijau dan sayuran daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu lingkungan pada pagi hari pukul 07.00 berkisar antara 28°C–31°C. Menurut Teleumbanua, Purwantana, Sutiarsa, dan Falah (2016) sawi hijau tumbuh lebih baik pada suhu 32°C-35°C untuk dapat tumbuh secara normal. Tanaman sawi hijau yang tidak toleran terhadap suhu tinggi membutuhkan naungan.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan perbedaan konsentrasi fosfor berpengaruh secara nyata terhadap parameter pertumbuhan seperti jumlah daun, kadar klorofil, panjang akar, tinggi tanaman, berat basah, dan berat kering tanaman sawi hijau. Pemberian fosfor pada perlakuan III lebih baik dibandingkan dengan perlakuan I dan II. Pada perlakuan II perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Hal ini karena pemberian perlakuan I lebih baik hasilnya dibandingkan dengan perlakuan II.

### Saran

Saran pada penelitian ini adalah perlu penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan formulasi pupuk yang dapat digunakan sebagai alternatif larutan hidroponik. Pengukuran data pendukung (suhu) dapat dilakukan pada pagi, siang, dan sore hari agar data yang diperoleh lebih akurat.

## DAFTAR RUJUKAN

- Campbell, N. A. dan Reece, J. B. (2008). *Biologi Edisi Kedelapan Jilid 1*; (D. T. Wulandari); Jakarta: Erlangga.
- Dwidjoseputro, D. (1994). *Pengantar Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: Gramedia.
- Fahmi, A., Syamsudin, Utami, S. N.H., dan Radjagukguk, B. (2010). Pengaruh Interaksi Hara Nitrogen dan Fosfor terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L) pada Tanah

- Regosol dan Latosol. *Berita Biologi*. 10 (3). (<http://e-journal.biologi.lipi.go.id/index.php/beritabiologi/article/download/744/516>, diakses 4 Mei 2017).
- Hanafiah, K.A. (2010). *Rancangan Percobaan*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Herwibowo, K., dan Budiana, N. S. (2014). *Hidroponik Sayuran*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Karsono, S., Sudarmodjo, dan Sutiyoso, Y. (2002). *Hidroponik Skala Rumah Tangga*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Kasno, A. (2009). Respon Tanaman Jagung terhadap Pemupukan Fosfor pada *Typic Dystrudepts*. *J. Tanah Trop*. 14 (2). (Online). ([journal.unila.ac.id/index.php/tropicalsoil/article/viewFile/597/pdf](http://journal.unila.ac.id/index.php/tropicalsoil/article/viewFile/597/pdf), diakses pada 16 Januari 2016).
- Liferdi, L. (2010). Efek Pemberian Fosfor terhadap Pertumbuhan dan Status Hara pada Bibit Manggis. *J.Hort*. 20 (1). (Online). (<http://www.Ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jhort/article/download/747/572>, diakses pada 16 Januari 2016).
- Lingga, P. (2007). *Hidroponik, Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Munir, R. dan Arifin, Y. (2010). Pertumbuhan dan Hasil Mentimun Akibat Pemberian Pupuk Kandang Ayam dan Gandasil B. *Jerami*. 3 (2). (online). (<http://faperta.unand.ac.id>, diakses pada 28 Februari 2016).
- Nurlenawati, N., Mahmud, Y., dan Feriyani, E. D. (2013). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Caisim (*Brassica juncea* L.) terhadap Kombinasi Dosis Pupuk Nitrogen dan Pupuk Organik Granular. *Solusi*. 7 (12). (online). ([http://kim.ung.ac.id/index.php/KIM\\_FIIP/article/viewFile/2458/2437](http://kim.ung.ac.id/index.php/KIM_FIIP/article/viewFile/2458/2437), diakses pada 18 Februari 2016).
- Rakhman, A. (2015). Pertumbuhan Tanaman Sawi Menggunakan Sistem Hidroponik dan Akuaponik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 4 (4). (Online). ([www.e-jurnal.com/2016/10/pertumbuhan-tanaman-sawi-menggunakan.html](http://www.e-jurnal.com/2016/10/pertumbuhan-tanaman-sawi-menggunakan.html), diakses pada 16 Januari 2016).
- Rohmah, N. 2009. *Respon Tiga Kultivar Selada (*Lactuca sativa* L.) pada Tingkat Kerapatan Tanaman yang Berbeda*. Universitas Brawijaya, Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Pertanian: Malang (Skripsi).
- Roslani, R. dan Sumarni, N. (2005). *Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Salisbury, F. B. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1*. Bandung: ITB.
- Sari, D. N. I. (2014). *Hidroponik Mini sebagai Media Praktikum Pertumbuhan Selada (*Lactuca sativa* L.) dengan Perbedaan Konsentrasi Gandasil B*. Universitas Tanjungpura, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan: Pontianak (Skripsi).
- Suryanah, S., Dudi, dan Mansyur. (2013). Pendugaan Produksi Biomassa Hijauan Rumput *Brachiaria decumbens* Berdasarkan Metode Non-Destruktif dengan Menggunakan Piringan Akrilik. *Pastura*. 3 (1). (Online). (<http://download.portalgaruda.org>, diakses pada 28 Februari 2016).
- Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sutiyoso, Y. (2004). *Hidroponik Ala Yos*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Telaumbanua, M., Purwantana, B., Sutiarso, L., dan Falah, M. A. F. (2016). Studi Pola Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica rapa* var. *parachinensis* L.) Hidroponik Di dalam Greenhouse Terkontrol. *Agrotech*. 36 (1). (Online). (<https://jurnal.ugm.ac.id/agrotech/article/view/10690/8032>, diakses pada 16 Januari 2016).